

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

4(51) B 22 D 11/06
B 22 D 27/00
B 21 B 1/46
B 21 C 1/00

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(44) 10.04.85

(72) 41, DD
Schlegel, Joachim, Dr. Dipl.-Ing.; Olschewski, Sigmar, Dipl.-Ing. oec.; Häußler, Günter, Dr. Dipl.-Ing.;
Schade, Friedrich, Dipl.-Ing.; Heier, Erhard, Dr. Dipl.-Ing.; Bohmeier, Hans, Dr. Dipl.-Met.; Pfannkuchen,
Rolf, Dipl.-Ing.; Böttcher, Holm, Dipl.-Ing.; Lietzmann, Klaus-Dieter, Dr. Dipl.-Ing.; Kliemann, Peter, DD

(57) Die Erfindung bezieht sich auf die Herstellung von Draht aus Weißmetall. Ziel der Erfindung ist es, Draht aus Metallegierungen mit einer Solidustemperatur unter 600 K unter Einsparung von Energie und Zeit bei gleichzeitiger Erhöhung des Ausbringens und der Qualität des Fertigdrahtes herzustellen. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein entsprechendes Verfahren bereitzustellen, das nur wenige Verfahrensschritte ohne Wärmebehandlung und ohne Wärmeverformung des Gußproduktes umfaßt und das eine kontinuierliche Arbeitsweise vom Gießen über die Umformung zum Fertigdraht ermöglicht. Die Erfindung besteht darin, daß die Metallegierung bei hohen Temperaturen kontinuierlich mit kleinem Querschnitt in hoher Erstarrungsgeschwindigkeit abgegossen wird und anschließend ohne zusätzliche Wärmebehandlung zu Draht verarbeitet wird. Die Erfindung kann bei der Herstellung von Weißmetalldraht eingesetzt werden.

11. Seiten

Verfahren zur Herstellung von Draht aus Metallegierungen mit einer Solidustemperatur unter 600 K

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Draht aus Metallegierungen mit einer Solidustemperatur unter 600 K, die bei der Erstarrung ein homogenes oder ein heterogenes Gefüge, insbesondere jedoch ein Gefüge mit Ausscheidungen intermetallischer Verbindungen ergeben bzw. ein breites Erstarrungsintervall haben.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Metallegierungen mit einer Solidustemperatur unter 600 K, beispielsweise Weißmetalle auf Zinn- oder Bleibasis oder andere Blei- oder Zinnlegierungen, werden für unterschiedliche Anwendungsgebiete, unter anderem als Lotwerkstoff oder Lagermetall, in Drahtform benötigt. In bekannter Weise wird dieser Draht aus Legierungen, die bei der Erstarrung ein homogenes Gefüge ergeben, durch Gießen von Strängen, die an-

werden, in größerem Umfang jedoch durch Gießen von Bolzen, die anschließend durch Strangpressen verarbeitet werden, hergestellt. Die Materialökonomie und die Arbeitsproduktivität dieser diskontinuierlichen Herstellungsverfahren sind begrenzt.

Die Herstellung von Draht aus Legierungen, die bei der Erstarrung ein heterogenes Gefüge mit Ausscheidungen intermetallischer Verbindungen ergeben, ist infolge der Sprödigkeit dieser Gefügebestandteile sehr kompliziert, so daß bisher nur ein Verfahren zur Drahtherstellung (DD-PS 137 808), insbesondere für Weißmetall-Legierungen auf Zinnbasis, bekannt wurde. Der Gefügebau dieser Weißmetalle ist durch eine weiche eutektische Matrix charakterisiert, in der harte intermetallische Verbindungen vom Typ Cu_6Sn_5 , Cu_2Sb und SbSn eingelagert sind, die sowohl primär als Nadeln als auch sekundär in Plättchen- bzw. Würfelform angeordnet sind. Diese Phasenbildung ist u. a. bestimmend für die mechanischen Eigenschaften niedriger Festigkeit und außerordentlich geringer Bruchdehnung von 1 %, so daß von einer typischen Gußlegierung gesprochen werden kann. Als Weißmetalldraht kommt diese Legierung als Zusatzwerkstoff für die Spritztechnik, z. B. bei der Herstellung von Stahl-Weißmetall-Verbundwerkstoffen für große dünnwandige Lagerschalen zur Anwendung, wobei Drähte im Durchmesserbereich von 2,0 bis 4,0 mm benötigt werden.

Gemäß DD-PS 137 808 erfolgt deren Herstellung nach folgenden Verfahren:

- Abguß der Fertiglegierung in Kokillen, die eine Abkühlgeschwindigkeit von mindestens 10°C s^{-1} gestatten, z. B. in wassergekühlten Mehrfachbarrenkokillen von ca. 700 bis 1000 mm² Querschnitt oder in wassergekühlten Kristallisatoren von Stranggußanlagen bis zu 100 mm Durchmesser mit direkter Sprühwasserkühlung des Stranges

- Vorwärmen der Gußbarren bei 160 bis 200 °C mindestens 2 Stunden
- Warmwalzen der Gußbarren bei 160 bis 200 °C auf Profilwalzwerke zu Walzdraht oder
- Strangpressen der Stranggußbolzen bei 100 bis 160 °C zu Preßdraht und
- Kaltverformung des Walz- bzw. Preßdrahtes nach bekannten Technologien zum Fertigdraht.

Der Nachteil dieses Verfahrens besteht darin, daß, bedingt durch die relativ grob ausgeschiedenen unintermetallischen Verbindungen zur Herstellung von Draht, mehrere, diskontinuierlich ablaufende Verfahrensschritte erforderlich sind. Insbesondere ist nach dem Gießvorgang eine energie- und zeitintensive Wärmebehandlung der Gußbarren bzw. der Stranggußbolzen mit anschließender Warmumformung auszuführen, um eine Verarbeitbarkeit der Gußlegierung zu erreichen. Die Einhaltung der in DD-PS 137 808 angegebenen Parameter der Wärmebehandlung und der Warmformgebung ist entscheidend für das Ausbringen bei der Kaltumformung sowie für die Qualität des Fertigdrahtes.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, Draht aus Metallegierungen mit einer Solidustemperatur unter 600 K unter Einsparung von Energie und Zeit bei gleichzeitiger Erhöhung des Ausbringens und der Qualität des Fertigdrahtes herzustellen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung von Draht aus Metallegierungen mit einer Solidustemperatur unter 600 K, die insbesondere bei der Erstarrung ein Gefüge mit Ausscheidungen intermetallischer Verbindungen ergeben, bereitzustellen, das nur wenige Verfahrensschritte ohne Wärmebehandlung und ohne Warmverformung des Gußprodukts umfaßt und das eine kontinuierliche Arbeitsweise vom Gießen über die Umformung zum Fertigdraht ermöglicht.

Erfindungsgemäß wird das dadurch erreicht, daß die erschmolzene Metallegierung mit einer so hohen Temperatur, bei der noch keine intermetallischen Verbindungen entstehen, kontinuierlich zu einem endloßen Gießstrang abgegossen wird, wobei ein sehr kleiner Querschnitt des Gießstranges, vorzugsweise kleiner als 200 mm^2 , gewählt wird. Eine zusätzlich eingestellte hohe Erstarrungsgeschwindigkeit führt erfindungsgemäß dazu, daß einerseits bei der Erstarrung Seigerungen verhindert und feindisperse Ausscheidungen der spröden, harten intermetallischen Verbindungen erzielt werden und andererseits trotz hoher Gießtemperatur durch den kleinen Gießquerschnitt eine Lunkerbildung vermieden wird. Der so hergestellte endlose Gießstrang wird unmittelbar im Anschluß an den Gießvorgang ohne Zwischenbehandlung, d. h. ohne zusätzliche Wärmebehandlung, temperaturunabhängig oder unter Nutzung der Gießhitze umgeformt. Vorzugsweise wird diese Umformung kontinuierlich mit mehreren Umformschritten bei Raumtemperatur ausgeführt. Die Umformung erfolgt dabei mit bekannten Umformverfahren. Der unmittelbar nach dem Gießvorgang ablaufende erste Umformschritt wird mit einer der Strangaustrittsgeschwindigkeit beim Gießen angepaßten Geschwindigkeit durchgeführt. Es wird hierbei in Abhängigkeit vom einlaufenden Strangquerschnitt mit solch einer Querschnittsabnahme, vorzugsweise bis zu 30 %, gearbeitet, daß nach dem ersten Umformschritt ein bildsames, schlingenlegbares Zwischenprofil entsteht. Sowohl

durch Ziehwalzen als auch durch direktes Walzen mit kalibrierten Walzen kann dieser erste Umformschritt realisiert werden. Die weiteren Umformschritte bis zum Fertigdraht werden nacheinander kontinuierlich durch Walzen in Kalibern oder durch Ziehen ausgeführt. Vorteilhafterweise ist ein kontinuierliches Walzen bis zum Fertigdraht in mit schraubenförmigen Walzgutaussführungen verbundenen mehreren Walzkalibern eines einzigen Walzgerüsts vorzusehen. Zusätzlich kann auch durch eine oder mehrere Ziehstufen abschließend die Umformung zum Fertigdraht erfolgen.

Der Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, daß durch die besonderen Erstarrungsbedingungen kontinuierlich Draht aus Metallegierungen mit einer Solidustemperatur unter 600 K, die bei der Erstarrung insbesondere ein Gefüge mit Ausscheidungen intermetallischer Verbindungen ergeben, hergestellt werden kann, ohne daß eine Zwischenwärmebehandlung und eine Warmverformung erforderlich ist. Durch den dem Ausscheidungsverhalten der Gußlegierung Weißmetall angepaßten kontinuierlichen Gießvorgang wird ein temperaturunabhängig umformbares Gießprodukt erzeugt, daß mit wenigen Verfahrensschritten ohne bestimmte Umformparameter exakt einhalten zu müssen, kontinuierlich und mit der Gießanlage gekoppelt zum Fertigdraht verarbeitet werden kann. Dadurch können Energie und Zeit eingespart werden. Durch die kontinuierliche Arbeitsweise vom Gießen über das Umformen bis zum Fertigdraht wird darüberhinaus eine hohe Produktivität erreicht.

Das Verfahren gewährleistet weiterhin eine hohe Qualität des Fertigdrahtes. Auch für Metallegierungen mit einer Solidustemperatur unter 573 K, die bei der Erstarrung ein homogenes Gefüge ergeben, ist das erfindungsgemäße Verfahren vorteilhaft einsetzbar.

Ausführungsbeispiel

Das erfindungsgemäße Verfahren soll nachstehend an zwei ausgewählten Beispielen näher erläutert werden.

1. Ausführungsbeispiel

Eine, in einer Induktionsanlage erschmolzene Weißmetalllegierung der Zusammensetzung 80 - 90 % Sn, 6 - 10 % Sb, 4 - 7 % Cu und 0 - 0,5 % Pb (Lagermetall) wird bei 660 bis 700 K Gießtemperatur kontinuierlich in einem Gießteller zu einem endlosen Gießstrang abgegossen. Der Gießstrang weist einen trapezförmigen Querschnitt von $10 \times 10 \text{ mm}^2$ mit um ca. 5° geneigten Seitenflanken auf. Durch die Kühlung des Gießtellers wird eine so hohe Erstarrungsgeschwindigkeit des Gießstranges mit dem kleinen Querschnitt von etwa 91 mm^2 erreicht, daß ein Gefüge mit feindisperser Verteilung der intermetallischen Ausscheidungen entsteht. Durchschnittlich werden die Cu_6Sn_5 -Ausscheidungen in rundlicher Form, ohne Nadeln zu bilden, von durchschnittlich ca. $10 \text{ }\mu\text{m}$ im Durchmesser ausgeglichen. Darauf ist die temperaturunabhängige Bildsamkeit des Gußstranges zurückzuführen. Unmittelbar nach dem Gießvorgang erfolgt ein Auswalzen des auf Raumtemperatur abgekühlten Gießstrangs in einem Rundkaliber mit einer Querschnittsabnahme von 30 %, so daß ein Zwischenprofil mit einem Durchmesser von 9 mm entsteht. Die Geschwindigkeit des Walzvorgangs ist der Strangaustrittsgeschwindigkeit beim Gießen angepaßt, wobei vorzugsweise zum Ausgleich eine Schlinge gelegt wird. Auch besteht an dieser Stelle des kontinuierlichen Gieß-Walz-Zyklus die Möglichkeit, Draht- bzw. Gießstrangende miteinander zu verschweißen. Dieses Zwischenprofil ist schlingenlegbar, d. h. ohne Rißbildung biegsam und somit von Walzkaliber zu Walzkaliber umführbar. Mit einem vertikal gelagerten Scheibenwalzwerk, das 6 Scheibenwalzpaare mit einer Streckkaliberreihe aufweist

und schraubenlinienförmige Umführungen der Walzader von Kaliber zu Kaliber besitzt, wird das Zwischenprofil in 6 Walzstichen mit jeweils einer Querschnittsabnahme von 20 % ohne Einsatz einer Walzemulsion an einen Durchmesser von 4,6 mm ausgewalzt. Danach erfolgt unmittelbar vor dem Aufhaspeln des Drahtes eine Schlußumformung an den Fertigdrahtdurchmesser von 4 mm durch Ziehen mit einem Ziehstein unter Einsatz eines ölhaltigen flüssigen Schmiermittels.

2. Ausführungsbeispiel

Eine in einem widerstandsbeheizten Tiegelofen erschmolzene Legierung SnAg3 (Lotwerkstoff) wird bei etwa 550 K Gießtemperatur kontinuierlich in einer wassergekühlten Gießradkokille zu einem endlosen Gießstrang mit einem trapezförmigen Querschnitt von etwa 80 mm^2 abgegossen. Die durch diesen kleinen Gießquerschnitt mittels der gekühlten Gießradkokille erzielte hohe Erstarrungsgeschwindigkeit führt zur Ausbildung eines homogenen Gefüges mit geringer Korngröße. Eine Seigerung des Silbers wird vermieden. Der so erhaltene Gußstrang wird erfindungsgemäß im ersten Umformschritt durch Ziehwalzen in einem Walzenpaar mit Rundkaliber mit einer Querschnittsabnahme von 25 % an einem Durchmesser von 8,75 mm umgeformt, wobei keine Zwischenwärmebehandlung des auf Raumtemperatur abgekühlten Gußstrangs vorgenommen wird. Das an den Durchmesser von 8,75 mm vorgeformte Zwischenprofil wird kontinuierlich mit etwa 25 % Einzelquerschnittsabnahme in 6 Walzstichen mit einer Falsch-rund-Oval-Kalibrierung an einem Durchmesser von 3,7 mm gewalzt. Vorteilhafterweise wird ein kontinuierliches Walzwerk mit 6 Walzscheibenpaaren eingesetzt, das eine schraubenförmige Umführung der Walzader gestattet und eine kontinuierliche Walzweise ohne große Zwischenpausen ermöglicht. Die Walzscheiben mit konstantem Durchmesser sind dazu entsprechend einzeln mit unterschiedlicher Geschwindigkeit angetrieben. Das erste Walz-

scheibenpaar dient gleichzeitig dazu, die Zugkraft für das vor diesem Walzgerüst angeordnete Ziehwalzenpaar über das Zwischenprofil aufzubringen. Das gewalzte Drahtprofil mit dem Enddurchmesser von 3,7 mm wird in zwei Ziehstufen an den Fertigdrahtdurchmesser von 2,5 mm umgeformt. Das Ziehen erfolgt dabei auf unabhängig vom Walzwerk betriebenen bekannten Einzelziehtrommeln, d. h. es ist ein Zwischenhaspeln des Walzdrahtes erforderlich.

Erfindungsanspruch

1. Verfahren zur Herstellung von Draht aus Metallegierungen mit einer Solidustemperatur unter 600 K und einem breiten Erstarrungsintervall, gekennzeichnet dadurch, daß die erschmolzene Metallegierung mit einer hohen Temperatur kontinuierlich mit einem kleinen Querschnitt und bei so hoher Erstarrungsgeschwindigkeit, daß ein temperatur-unabhängig umformbarer endloser Gießstrang ohne oder mit feindisperser Ausscheidung intermetallischer Verbindungen entsteht, abgegossen und daß der endlose Gießstrang im Anschluß an den Gießvorgang ohne Zwischenbehandlung temperatur-unabhängig, vorzugsweise bei Raumtemperatur, kontinuierlich mit mehreren Umformschritten, wobei der erste Umformschritt in Abhängigkeit vom Querschnitt des Gießstrangs mit solch einer Querschnittsabnahme, vorzugsweise bis 30 % ausgeführt wird, daß ein bildsames, schlingenlegbares Zwischenprofil entsteht, zum Fertigdraht weiterverarbeitet wird.
2. Verfahren zur Herstellung von Draht aus Metallegierungen mit einer Solidustemperatur unter 600 K und einem breiten Erstarrungsintervall nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß die erschmolzene Metallegierung mit einer so hohen Temperatur, bei der noch keine intermetallischen Verbindungen entstehen können, kontinuierlich abgegossen wird.
3. Verfahren zur Herstellung von Draht aus Metallegierungen mit einer Solidustemperatur unter 600 K und einem breiten Erstarrungsintervall nach Punkt 1 und 2, gekennzeichnet dadurch, daß die erschmolzene Metallegierung mit einem kleinen Querschnitt von vorzugsweise kleiner als 200 mm² kontinuierlich abgegossen wird.

4. Verfahren zur Herstellung von Draht aus Metallegierungen mit einer Solidustemperatur unter 600 K und einem breiten Erstarrungsintervall nach Punkt 1, 2 und 3, gekennzeichnet dadurch,
daß der erste Umformschritt nach dem kontinuierlichen Gießvorgang mit einer der beim Gießen entstehenden Austrittsgeschwindigkeit des endlosen Gießstranges angepaßten Geschwindigkeit durch Ziehwalzen oder direktes Walzen mit kalibrierten Walzen ausgeführt wird.
5. Verfahren zur Herstellung von Draht aus Metallegierungen mit einer Solidustemperatur unter 600 K und einem breiten Erstarrungsintervall nach Punkt 1 bis 4, gekennzeichnet dadurch,
daß die nach dem ersten Umformschritt ablaufenden Umformschritte bis zum Fertigdraht nacheinander in mit schraubenförmigen Walzgutumführungen verbundenen mehreren Walzkalibern eines einzigen bekannten Walzgerüsts oder in geradlinig hintereinander angeordneten Walzkalibern mehrerer bekannter Walzgerüste und/oder durch Ziehumformung in mehreren Ziehmatrizen bekannter Konstruktion kontinuierlich durchgeführt werden.

THIS PAGE BLANK (USPTO)